

Japanese Patent Laid-open No. HEI 11-218525 A

Publication date : August 10, 1999

Applicant : The Furukawa Electric Co., Ltd.

Title : METHOD OF CALIBRATING ELECTRICALLY CONDUCTIVE FOREIGN  
5 MATTER DETECTION AE SENSOR IN GAS INSULATION APPARATUS

(57) [Abstract]

[Object] To accurately calibrate a foreign matter detection AE sensor in a gas insulation apparatus quantitatively.

10 [Means] An injection AE sensor 6 is attached to a grounding container of a gas insulation apparatus, and a pulse signal is input from a partial discharge calibration pulse generator 9 into the injection AE sensor 6. The injection AE sensor 6 generates a simulated impulsive sound which has constant loudness similar to a vibration sound generated when foreign matter collides against the  
15 grounding container of the gas insulation apparatus. A detection AE sensor 1 detects the simulated impulsive sound, and a monitor 4 monitors a detected waveform. Gain of a preamplifier 2 and a main amplifier 3 is adjusted so that the detected waveform of the simulated impulsive sound has the same level as that of a detected waveform of the vibration sound generated when the foreign  
20 matter collides against the grounding container.

[0008]

[Embodiments of the Invention]

Fig. 1 illustrates an embodiment of the present invention. In the  
25 drawing, 10 designates a grounding container of a gas insulation apparatus.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

A conductor 11 is provided in the container 10, and insulation gas of SF6 is sealed into the conductor 11. A detection AE sensor 1 which detects foreign matter in the grounding container 10 and an injection AE sensor 6 which injects a vibration sound for calibration are attached to the grounding container 10.

- 5 Fig. 2 illustrates a method of attaching the AE sensors 1 and 6. The AE sensors 1 and 6 are placed on a pedestal made of Teflon, and a contact surface between a Teflon-made pedestal 20 and the grounding container 10 is formed into an arc shape along an outer periphery of the grounding container 10. Further, grease is applied between the AE sensors 1 and 6 and the
- 10 Teflon-made pedestal 20 so as to enhance propagation of a sound. The AE sensors 1 and 6 attached to the Teflon-made pedestal 20 are attached to the grounding container 10 by a band 21.

- [0009] With reference to Fig. 1, reference numerals 2 and 3 designate a preamplifier and a main amplifier which amplify an output from the detection
- 15 AE sensor 1. Outputs from the preamplifier 2 and the main amplifier 3 are connected with a monitor 4 for monitoring waveforms and a personal computer 5 for analyzing the waveforms. 9 designates a partial discharge calibrator, and an output therefrom is connected with the injection AE sensor 6 via a coaxial cable 7 and a connector 8.

- 20 [0010] When partial discharge is measured, the partial discharge calibrator 9 generates a calibration pulse for calibrating a partial discharge quantity measured by a partial discharge measuring device (as to the calibration of the partial discharge quantity, see Japanese Patent Application Publication No. H6-7148, Japanese Patent Application Laid-Open No. H7-151814, Japanese
- 25 Patent Application No. H8-13800, and the like). It is considered that an

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

impulsive sound generated by dropping of foreign matter can be simulated repeatedly by a pulse wave, and a pulse wave having the following characteristics was used in the embodiment.

1. Rise time of the pulse: 30 nanoseconds or less

5 2. Waveform: steep wave

3. Repeating frequency of the pulse: 10 milliseconds

4. Generated charge: 1 to 25000 picocoulombs.

Fig. 3 illustrates an output pulse from the partial discharge calibrator 9 used in this embodiment. As shown in this drawing, the partial discharge calibrator 9  
10 generates a pulse with repeating frequency of 10 milliseconds.

[0011] In this embodiment, the calibration of the detection AE sensor is carried out in the following manner. An impulsive sound, which is generated when electrically conductive foreign matter mixed into the gas insulation apparatus moves and collides against the grounding container, is predetected  
15 by the detection AE sensor 1. Fig. 4 illustrates a waveform of the impulsive sound detected by the AE sensor, and the impulsive sound is generated when the electrically conductive foreign matter (aluminum wire with diameter of 0.2 millimeter and length of 1 millimeter) mixed into the gas insulation container moves. This drawing illustrates an output waveform from the main amplifier 3  
20 when the gain of the preamplifier 2 is set to 40 decibels and the gain of the main amplifier 3 is set to 30 decibels. As shown in Fig. 4, the electrically conductive foreign matter jumps due to the action of static electric force and gravity at the time of electrifying, so as to collide against the grounding container. At this time, a damped wave with a crest value of 270 microvolts  
25 (duration: about 3 milliseconds) is generated.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[0012] As shown in Fig. 1, the injection AE sensor 6 is attached to the grounding container of the gas insulation apparatus, and the injection AE sensor 6 is connected with the partial discharge calibration pulse generator 9. The pulse signal is input from the partial discharge calibration pulse generator 9 into the injection AE sensor 6, and the injection AE sensor 6 generates an impulsive sound. The detection AE sensor 1 detects the impulsive sound. An injection charge quantity of the partial discharge calibration pulse generator 9 from which an output shown in Fig. 4 from the detection AE sensor 1 is obtained. Fig. 5 illustrates a waveform which is detected by the detection AE sensor 6 when the simulated impulsive sound is injected from the injection AE sensor 6. This diagram illustrates an output waveform from the main amplifier 3 when injection charges of 2500 picocoulombs is injected from the partial discharge calibration pulse generator 9. As shown in Fig. 5, when the injection charge quantity is set to 2500 picocoulombs, the output waveform from the main amplifier 3 is the approximately same as the waveform shown in Fig. 4.

[0013] When the foreign matter in the grounding container of the gas insulation apparatus is detected, as shown in Fig. 1, the detection AE sensor 1 and the injection AE sensor 6 are attached to the gas insulation apparatus to be tested, and the partial discharge calibration pulse generator 9 is connected with the injection AE sensor 6. Further, the detection AE sensor 1 is connected with the preamplifier 2 and the main amplifier 3, and the main amplifier 3 is connected with the monitor 4 and the personal computer 5. The pulse signal having the repeated waveform of 2500 picocoulombs shown in Fig. 3 is input from the partial discharge calibration pulse generator 9 into the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



injection AE sensor 6. The injection AE sensor 6 generates the simulated impulsive sound, and the detection AE sensor 1 detects the simulated impulsive sound.

[0014] The monitor 4 monitors waveform, and the gain of the preamplifier 2

5 and the main amplifier 3 are adjusted so that the detected waveform becomes the waveform shown in Fig. 4. The gain of the preamplifier 2 used in this embodiment is fixed 40 decibels, and the gain of the main amplifier 3 is adjusted by switching the gain using a dial. In such a manner, the gain of the preamplifier 2 and the main amplifier 3 of the detection AE sensor is adjusted,  
10 so that the detection AE sensor 1 is calibrated. As mentioned above, thereafter, while the detection AE sensor 1 is being moved every 14 m, the foreign matter in the grounding container of the gas insulation apparatus is detected.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-218525

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月10日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 1 N 29/14

G 0 1 N 29/14

H 0 2 B 13/02

H 0 2 B 13/02

A

13/055

13/06

K

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号

特願平10-21674

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(22) 出願日

平成10年(1998) 2月3日

(72) 発明者 山口 泰朗

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 長澤 俊一郎 (外1名)

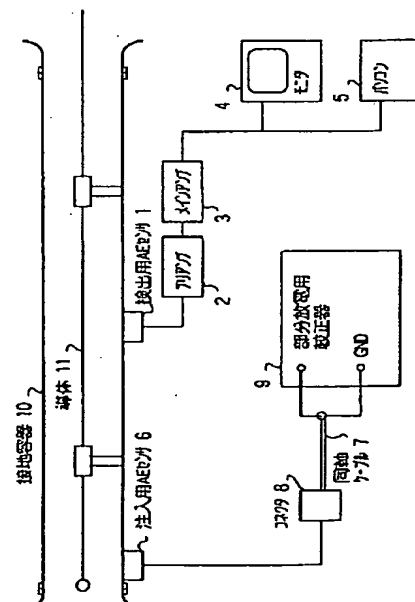
(54) 【発明の名称】 ガス絶縁機器内部の導電性異物検出用AEセンサの校正方法

(57) 【要約】

【課題】 ガス絶縁機器内の異物検出用のAEセンサの校正を定量的に精度よく行うこと。

【解決手段】 注入用AEセンサ6をガス絶縁機器の接地容器に取り付け、部分放電校正用パルス発生器9からパルス信号を注入用AEセンサ6に入力して、注入用AEセンサ6から、異物がガス絶縁機器の接地容器に衝突したときに生ずる振動音と同様の一定の大きさの模擬衝撃音を発生させる。そして、これを検出用AEセンサ1により検出し、モニタ4により検出波形を観察し、模擬衝撃音の検出波形が、異物が接地容器に衝突したときに生ずる振動音の検出波形と同レベルとなるようにプリアンプ2、メインアンプ3のゲインを調整する。

本発明の実施例を示す図



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電圧印加時、導電性異物が接地容器に衝突する際に発生する衝撃音を検出することにより、ガス絶縁機器内部の異物の有無を検出する A E センサの較正方法であって、

パルス発生器から電気信号を注入用 A E センサに印加して、該注入用 A E センサから上記と同等のパルス状音響を発生させてガス絶縁機器の接地容器に注入し、上記接地容器に注入された音を異物検出用 A E センサで検出し、異物検出用 A E センサの感度を調整することを特徴とする A E センサの較正方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】絶縁ガス（S F 6）が封入されたガス絶縁機器もしくはガス絶縁線路（以下、これらを含めてガス絶縁機器という）内の導電性粒子、金属塵埃等の異物の有無を外部から検出する方法として、上記機器の接地容器に A E センサ（アコースティック・エミッション・センサ：以下 A E センサという）を取り付け、電界により異物が跳躍し接地容器に衝突したときに生ずる振動音を検出する方法が知られている。本発明は上記したガス絶縁機器の接地容器内の異物の有無を検出するための A E センサの較正方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】ガス絶縁機器の接地容器内に導電性粒子、金属塵埃の導電性異物が混入すると絶縁性能に重大な影響を与える。そこで、ガス絶縁機器の完成時に耐圧試験とともに、ガス絶縁機器内部の異物の有無の検出が行われる。ガス絶縁機器内の異物の検出は、前記したように電界によって金属塵埃等の異物が跳躍し、ガス絶縁機器の接地容器に衝突したときに生ずる振動音のうち、超音波領域の弾性波を検出することにより行っている。上記弾性波を検出するセンサとしては、A E センサが用いられる。このセンサは圧電素子を用いたもので、固体の変形および破壊時に発生する微小な振動音を感度良く検出することができ、ガス絶縁機器の接地容器内での導電性異物の微小な振動音を外部から感度良く検出することができる。

【0003】一つの A E センサで検出できる区間は、例えば左右 7 m 程度であり、発明者等が行っているガス絶縁線路（G I L）では、1 k m 程度の線路を 70 区画に分け、線路導体に電圧を印加し（無負荷で充電電流のみを流す）、A E センサを移動させながら各区間の異物の有無を検出している。しかし、A E センサの性能確認を定量的に行う較正方法は、これまでに確立された方法がなく、例えば、以下に説明する方法等が用いられていた。

【0004】ガス絶縁機器もしくはガス絶縁線路の接地容器 10 内の金属塵埃等の異物の検出は、機器もしくは線路が完成して、耐圧試験が行われた後に行われる。ガ

ス絶縁機器もしくは線路の導体に前記したように電圧を印加して、図 6 に示すように A E センサ 1 にプリアンプ 2、メインアンプ 3、モニタ 4 を接続し、A E センサ 1 を略 1.4 m 毎に移動させながら振動音の検出を行う。上記振動音の検出に使用される A E センサの検出電圧は  $50 \mu V \sim 200 \mu V$  と非常に小さく、プリアンプ 2、メインアンプ 3 の感度（増幅度）は大きな値に設定される。プリアンプ 2、メインアンプ 3 の感度設定は、測定

の都度、チェックする必要がある。

【0005】しかし、この測定が行われる時点では、接地容器はすでに閉じられており、実際に異物を容器内で自由落下させることはできない。そこで、前記したように、予め、接地容器建設時に検出すべき異物を自由落下させて、そのときの出力が  $50 \mu V \sim 200 \mu V$  となるプリアンプ 2、メインアンプ 3 の感度下において、代わりの標準音に応答する A E センサの出力を求めておき、線路完成後の接地容器内の塵埃の検出に際して、標準音を発生させ（例えば A E センサが設置された位置から何 m か離れた個所をプラスチックハンマーで軽く叩き打撃音を発生させる）、そのときの A E センサの出力が所定の値となるようにプリアンプ 2、メインアンプ 3 の感度設定を行っている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記方法は、音を出すのが人であるため、打撃音に大きなバラツキがでってしまうという欠点があった。また、音が大きいので、塵埃の小さな音との差が大きく、機器の感度の直線性が悪いと誤差を生ずる可能性があった。本発明は、上記した事情に鑑みなされたものであって、その目的とするところは、実際の塵埃の音に近い音を発生させ、異物検出用の A E センサの較正を定量的に精度よく行うことである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明においては、ガス絶縁機器内部の異物の有無を検出する A E センサの較正するに際し、パルス発生器から電気信号を注入用 A E センサに印加する。そして、上記注入用 A E センサから導電性異物が接地容器に衝突する際に発生する衝撃音と同等のパルス状音響を発生させてガス絶縁機器の接地容器に注入し、上記接地容器に注入された音を異物検出用の A E センサで検出し、該 A E センサの感度を調整する。A E センサは圧電素子を用い、容器に伝えられる超音波領域の弾性波を受け、発生した電圧を拡大測定している。圧電素子は逆に電圧を加えれば振動を発生し弾性波が容器に伝わる。本発明においては、パルス発生器からの電気信号を注入用 A E センサに与えて、注入用 A E センサから衝撃音を発生させている。したがって、異物がガス絶縁機器の接地容器に衝突したときに生ずる振動音に類似した一定の大きさの衝撃音を発生することができ、A E センサの較正を定量的

に行うことができる。また、ガス絶縁機器内部に影響を与えることなく、異物検出用AEセンサの較正を行うことができる。

#### 【0008】

【発明の実施の形態】図1は本発明の実施例を示す図である。同図において、10はガス絶縁機器の接地容器であり、容器10内には、導体11が設置され、内部にSF6の絶縁ガスが封入されている。接地容器10には、接地容器10内の異物を検出するための検出用AEセンサ1と較正用の衝撃音を注入するための注入用AEセンサ6が取り付けられている。図2は上記AEセンサ1、6の取り付け方法を示す図であり、AEセンサ1、6はテフロン製の台座20上に載置されており、テフロン製台座20の接地容器10との接触面は接地容器10の外周に合わせて円弧状に形成されている。また、AEセンサ1、6とテフロン製の台座20の間には音響の伝達をよくするためグリスが塗布されている。そして、テフロン製の台座20上に取り付けられたAEセンサ1、6はバンド21で接地容器10に取り付けられる。

【0009】図1に戻り、2、3はそれぞれ検出用AEセンサ1の出力を増幅するためのプリアンプとメインアンプであり、プリアンプ2、メインアンプ3の出力は、波形観察用のモニタ4および分析用のパソコン5に接続されている。9は部分放電用較正器であり、部分放電用較正器9の出力は、同軸ケーブル7、コネクタ8を介して注入用AEセンサ6に接続されている。

【0010】部分放電用較正器9は、部分放電測定に際し、部分放電測定装置により測定される部分放電電荷量を較正するための較正用パルスが発生するものであり

(部分放電電荷量の較正については、例えば、特公平6-7148号公報、特開平7-151814号公報、特願平8-13800号等を参照されたい)、パルス波によれば異物の落下の衝撃音を繰り返し模擬できると考え、本実施例においては、次の特性のものを使用した。

① パルスの立ち上がり時間：30ns以下

② 波形：急峻波

③ パルス発生繰り返し周波数：10ms

④ 発生電荷：1~25000pC（ピコクーロン）

図3は本実施例で使用した部分放電用較正器9の出力パルスを示す図であり、同図に示すように部分放電用較正器9は10msの繰り返し周波数のパルスが発生する。

【0011】本実施例において、検出用AEセンサの較正は次のように行われる。ガス絶縁機器内に混入した導電性異物が挙動し、接地容器に衝突したときの衝撃音を、予め検出用AEセンサ1により検出しておく。図4はガス絶縁機器内に混入した導電性異物（アルミニウム線、φ0.2mm、1mm長）の挙動時に生ずる衝撃音のAEセンサによる検出波形であり、同図はプリアンプ2のゲインを40dB、メインアンプ3のゲインを30dBとしたときのメインアンプ3の出力波形を示してい

る。同図に示すように、導電性異物は、課電時、静電気力と重力が作用して跳躍し接地容器壁への衝突する。このとき、波高値約270μVの減衰波（継続時間約3ms）が発生する。

【0012】次に、図1に示すように、注入用AEセンサ6をガス絶縁機器の接地容器に取り付け、注入用AEセンサ6に部分放電較正用パルス発生器9を接続する。そして、部分放電較正用パルス発生器9からパルス信号を注入用AEセンサ6に入力し、注入用AEセンサ6から衝撃音を発生させ、検出用AEセンサ1により衝撃音を検出する。そして、検出用AEセンサ1から図4に示した出力が得られる部分放電較正用パルス発生器9の注入電荷量を求める。図5は注入用AEセンサ6から模擬衝撃音を注入したときに、検出用AEセンサ6で検出された波形を示す図であり、同図は、部分放電較正用パルス発生器9から注入電荷として2500pCを注入したときのメインアンプ3の出力波形を示している。同図に示すように、注入電荷量を2500pCにしたときメインアンプ3の出力波形は、前記図4に示した波形とほぼ同様の波形となった。

【0013】ガス絶縁機器の接地容器内の異物検出を行うに際し、図1に示すように、試験対象となるガス絶縁機器に検出用AEセンサ1と、注入用AEセンサ6を取り付け、注入用AEセンサ6に部分放電較正用パルス発生器9を接続する。また、検出用AEセンサ1にプリアンプ2、メインアンプ3を接続し、メインアンプ3にモニタ4、パソコン5を接続する。ついで、部分放電較正用パルス発生器9から2500pCの前記図3に示したの繰り返し波形のパルス信号を注入用AEセンサ6に入力し、注入用AEセンサ6から模擬衝撃音を発生させ、検出用AEセンサ1により模擬衝撃音を検出する。

【0014】そして、モニタ4により波形を観察し、検出波形が前記図4に示した波形となるようにプリアンプ2、メインアンプ3のゲインを調整する。なお、本実施例で使用したプリアンプ2のゲインは40dB固定であり、メインアンプ3のゲインをダイヤルで切り換えてゲイン調整を行った。以上のようにして検出用AEセンサ1のプリアンプ2、メインアンプ3のゲイン調整し、検出用AEセンサ1の較正が終了したら、前記したように検出用AEセンサ1を14m毎に移動させながら、ガス絶縁機器の接地容器内の異物検出を行う。

#### 【0015】

【発明の効果】以上説明したように、本発明においては、パルス発生器からの電気信号を注入用AEセンサに与えて、注入用AEセンサから衝撃音を発生させているので、一定の大きさの衝撃音を発生することができ、AEセンサの較正を定量的に行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す図である。

【図2】AEセンサの取り付け方法を示す図である。

【図3】部分放電用較正器の出力パルスを示す図である。

【図4】導電性異物の挙動時に生ずる衝撃音のAEセンサによる検出波形である。

【図5】注入用AEセンサから模擬衝撃音を注入したときの検出波形を示す図である。

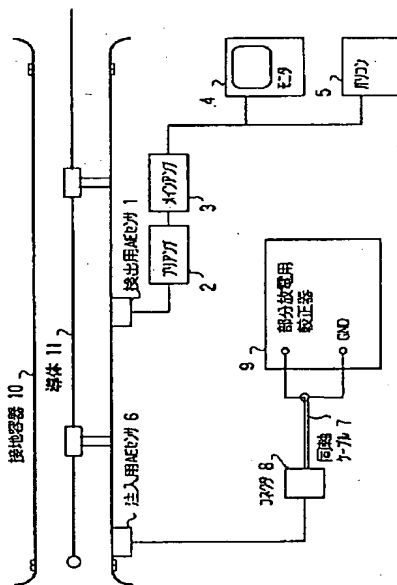
【図6】AEセンサによる導電性異物の検出方法を説明する図である。

【符号の説明】

- 1 検出用AEセンサ
- 2 プリアンプ
- 3 メインアンプ
- 4 モニタ
- 5 パソコン
- 6 注入用AEセンサ
- 9 部分放電用較正器
- 10 ガス絶縁機器の接地容器
- 11 導体

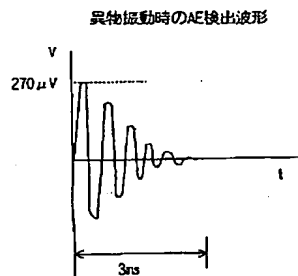
【図1】

本発明の実施例を示す図



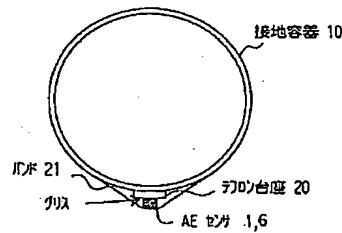
【図4】

導電性異物の挙動時に生ずる衝撃音のAEセンサによる検出波形



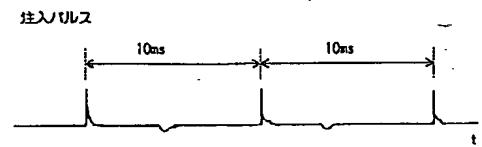
【図2】

AEセンサの取り付け方法を示す図



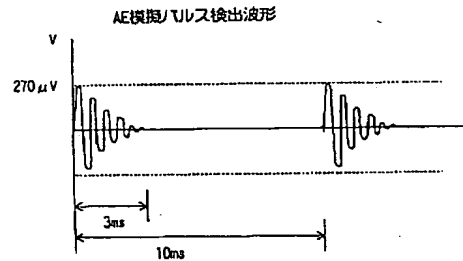
【図3】

部分放電用較正器の出力パルスを示す図



【図5】

注入用AEセンサから模擬衝撃音を注入したときの検出波形を示す図



【図6】

AEセンサによる導電性異物の検出方法を説明する図

